



Universidade de Brasília

FACULDADE UnB PLANALTINA

CIÊNCIAS NATURAIS

**ANÁLISE DE UMA ATIVIDADE CINESTÉSICA PARA
ENSINAR O MOVIMENTO DE RETROGRADAÇÃO
DOS PLANETAS**

ANA CAROLINA MIKITCHUK

LOUISE BRANDES MOURA FERREIRA

PAULO GABRIEL FRANCO DOS SANTOS

Planaltina, 2018



Universidade de Brasília

FACULDADE UnB PLANALTINA

CIÊNCIAS NATURAIS

ANÁLISE DE UMA ATIVIDADE CINESTÉSICA PARA ENSINAR O MOVIMENTO DE RETROGRADAÇÃO DOS PLANETAS

ANA CAROLINA MIKITCHUK

LOUISE BRANDES MOURAFERREIRA

PAULO GABRIEL FRANCO DOS SANTOS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora, como exigência parcial para a obtenção de título de Licenciado do Curso de Ciências Naturais, da Faculdade UnB Planaltina, sob a orientação do Profa. Dra. Louise Brandes Moura Ferreira e co-orientação do Prof. Dr. Paulo Gabriel Franco dos Santos.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todos os amigos, familiares e professores que fizeram parte de minha trajetória acadêmica, e em especial para minha orientadora Profa. Louise Brandes Moura Ferreira que apesar de todas as dificuldades nunca desistiu de fazer esse trabalho comigo, sempre me incentivou e acreditou em mim, assim como meu esposo, mãe, padrasto e irmãs, que estiveram ao meu lado nos momentos mais difíceis.

ANÁLISE DE UMA ATIVIDADE CINESTÉSICA PARA O ENSINAR O MOVIMENTO DE RETROGRADAÇÃO DOS PLANETAS

Ana Carolina Mikitchuk¹

RESUMO

Na formação no curso de Licenciatura em Ciências Naturais, o aparente movimento de retrogradação dos planetas no contexto da Revolução Científica dos Séculos XVI e XVII é um dos temas tratados na disciplina História e Filosofia da Ciência. Entretanto, como muitos conceitos em Astronomia, o fenômeno envolve noções de tridimensionalidade e movimento, indo além da visão centrada do observador, o que pode trazer dificuldades de aprendizagem. A partir dessa situação foi elaborado um recurso didático para facilitar a compreensão do aparente movimento de retrogradação dos planetas. A atividade apresentada neste Trabalho de Conclusão de Curso é uma adaptação do modelo didático de Richards (2012) *O uso de atividades cinestésicas para ensinar o movimento de retrogradação segundo Ptolomeu e Copérnico*². A atividade conta com inovações e adaptações pertinentes à disciplina História e Filosofia da Ciência, tal como desenvolvida na Faculdade UnB Planaltina. O objetivo é poder contribuir para a melhoria do ensino e aprendizagem da aparente retrogradação dos planetas.

Palavras chaves: atividade cinestésica, fenômeno astronômico, Copérnico, Ptolomeu, paralaxe.

1 INTRODUÇÃO

A explicação dos fenômenos astronômicos sempre me chamou atenção, por elucidar as coisas belas que vejo a olho nu no céu e por fazerem a ligação disso com algo bem mais distante e grandioso, que é o Universo em que vivemos. Imagino que sem as explicações sobre os fenômenos astronômicos não seria possível fazer essa ligação de que o que vemos faz parte de algo bem maior que fascina e sempre fascinou homens e mulheres desde o início de nossa história.

A partir disso e de um senso de honestidade comigo mesma, senti-me instigada a realmente entender um fenômeno celeste de central importância na Astronomia, que é o movimento de retrogradação dos planetas. Esse é um movimento que ocorre em um dado período de tempo, em que nós da Terra temos a impressão de que o planeta observado faz um

¹ Curso de Licenciatura em Ciências Naturais – Faculdade UnB Planaltina

² Nossa tradução Using Kinesthetic Activities to Teach Ptolemaic and Copernican Retrograde Motion

movimento de ir e voltar, como uma laçada. Deparei-me pela primeira vez com esse movimento nas aulas da disciplina de História e Filosofia da Ciência (HFC) da Licenciatura em Ciências Naturais. Na disciplina essa questão foi colocada como sendo central para a compreensão da dimensão epistemológica da passagem do geocentrismo para o heliocentrismo na revolução científica astronômica dos séculos XVI e XVII, ou seja, além de já ser um fenômeno intrigante do ponto de vista astronômico, fiquei sabendo que ele também era importante na História da Ciência.

Naquela ocasião eu estava no terceiro semestre do curso, e a professora da disciplina contextualizou bem o conteúdo sobre o movimento de retrogradação dos planetas. O movimento de retrogradação dos planetas é o movimento irregular que os planetas fazem, ao serem observados da Terra no céu noturno, em relação ao movimento das estrelas de leste a oeste, ao longo de meses, em que os planetas em algum momento, mudam o sentido dos seus percursos para o sentido contrário, formando uma volta e depois retornam para o caminho inicial (GAUDIO, 2010).

A professora trouxe o que motivou Ptolomeu (90-168) e Copérnico (1473-1543) a desenvolverem seus modelos para explicar o porquê esse fenômeno ocorria em vista de suas próprias inquietações -que eu chamaria de curiosidade científica- e levando em consideração seus diferentes momentos históricos, sociedades e culturas. Com isso, cada um propôs um modelo de explicação diferente para o mesmo fenômeno, sendo o de Ptolomeu com base no geocentrismo e o de Copérnico com alicerce para o heliocentrismo.

Eu consegui entender o que era fenômeno do movimento de retrogradação dos planetas pois a visualização se deu através de animações de imagens de satélite, simulações computadorizadas projetadas pelo Datashow e desenhos no quadro que a professora nos apresentou em suas aulas. Entretanto, não consegui visualizar o fenômeno sobre as perspectivas propostas nos modelos criados por Ptolomeu e por Copérnico.

Aquilo me inquietou, pois são a partir da explicação dos fenômenos astronômicos daquilo que eu vejo a olho nu que consigo interligá-los a como o Universo funciona. Por mais que eu tenha consciência de que existe essa ligação só visualizar não era suficiente, eu queria entender as explicações para que aquilo acontecesse, e a partir disso poderia até imaginar outros tipos de explicações, quem sabe.

Assim fui atrás do aprendizado sobre os modelos criados pelo Ptolomeu e Copérnico, assisti várias vezes as animações, vídeos e li os textos que a professora nos indicou, dentre outros que pesquisei por conta própria. Pedi até para que meus amigos me explicassem o que eles haviam entendido, mas mesmo com isso tudo não consegui compreender e imaginar em minha mente os dois modelos que explicam esses fenômenos. Aquilo era muito abstrato para

mim, só conseguia imaginar o que eu via a olho nu, que era plano.

Depois das tentativas fracassadas, eu desisti e resolvi somente decorar mesmo as explicações que foram feitas por Ptolomeu e Copérnico, senti-me desonesta comigo mesma por fazer isso, pois quando escrevo algo decorado, é como se fossem palavras vazias.

Algum tempo após fazer a disciplina, inscrevi-me para ser monitora e naquela ocasião a professora propôs fazermos um projeto em que o foco seria o desenvolvimento de um recurso didático alternativo que pudesse ser aplicado na disciplina de HFC. Não sabia por onde começar, foi aí que a professora me perguntou qual parte do conteúdo da disciplina tive mais dificuldade para aprender, logo expus minha inquietação acerca dos modelos astronômicos criados por Ptolomeu e Copérnico para explicar os movimentos de retrogradação dos planetas.

A professora foi muito feliz em me apresentar um artigo sobre atividade cinestésica desenvolvida pelo professor Ted Richards, do Departamento de Filosofia da Universidade do Tennessee em seu artigo *O uso de atividades cinestésicas para ensinar o movimento de retrogradação segundo Ptolomeu e Copérnico*³ (RICHARDS, 2012). Eu a traduzi com a ajuda da professora e para facilitar a compreensão de como desenvolver a atividade coloquei o texto em passo-a-passo em tópicos. Apesar de ter feito todo esse processo, eu ainda não conseguia visualizar e entender as explicações sobre os modelos de retrogradação de Copérnico e Ptolomeu.

A atividade cinestésica é simples com materiais de baixo custo, barbante, giz, tesoura e garrafinha de água de plástico e conta, basicamente, com a disposição dos aprendizes em realizar movimentos com os seus próprios corpos

Antes de levarmos a atividade para os estudantes da disciplina de HFC, fiz uma simulação com a ajuda de alguns amigos, e foi somente no momento que me coloquei no lugar do possível aprendiz que consegui visualizar e compreender os modelos criados por Ptolomeu e Copérnico para explicar o movimento de retrogradação dos planetas! Ou seja, enquanto eu pensava estar “no lugar do possível aprendiz” o que naquele momento aconteceu é que estava a aprender de fato!

Entre monitorias remuneradas e voluntárias, fui monitora de HFC três vezes. A professora sempre enfatizou quão multifacetada era a questão do movimento de retrogradação, chamada na História da Filosofia de “o problema dos planetas”. O “problema” é rico tanto do ponto de vista criativo de Ptolomeu e Copérnico para explicá-lo, passando pela questão da aprendizagem em Astronomia que envolve noções de perspectiva, percepção tridimensional, temporal e de movimento e por fim epistemológico. Afinal, como pode haver dois *modelos*

3 Nossa tradução Using Kinesthetic Activities to Teach Ptolemaic and Copernican Retrograde Motion

como uma cúpula que a circunda, isso ocorre devido essas estrelas estarem distante do nosso planeta, se ficarmos observando estas mesmas estrelas no decorrer de algumas horas, pode-se notar que elas se movem de leste para oeste. Os planetas também fazem movimentos de leste para oeste, seu movimentos são irregulares, se observado ao longo dos meses, de forma que em algum momento retrogradam, formando um laço, retomando em seguida ao trajeto inicial .

2.1 O MODELO PTOLOMAICO

No séc. I, Ptolomeu (c. 100 – c. 170) desenvolveu um modelo para explicar o movimento de retrogradação dos planetas a partir das concepções astronômicas e necessidades da sua época, de forma que seu objetivo era prever a posição de um determinado planeta em relação as estrelas fixas (HASON, 1985 apud LOPES, 2001) e que concebesse o sistema geostático, no qual a Terra é imóvel e está um pouco deslocada do centro dos astros (LOPES; 2001). Nesse contexto o movimento de retrogradarão observado a olho nu, era considerando anômalo, de forma que Ptolomeu teve que construir um modelo astronômico que abrangesse não só o que era observável, mas que se encaixasse na ideia da época de que os astros fariam movimentos circulares uniformes (FERREIRA et al, 2010).

O modelo criado por Ptolomeu para explicar o movimento de retrogradação (Imagem 2), foi baseado no mecanismo epiciclo e deferente, desenvolvidos anteriormente por Apolônio (262 a.C. — 194 a.C.) e Hiparco (190 a.C – 120 a.C), esse conjunto de movimentos, epiciclo-deferente descreve um arranjo de círculos estruturadores da orbita de um planeta. Nesse arranjo o movimento de retrogradação é explicado pelas combinações de movimentos no epiciclo e no deferente, em que este último seria o transportador (Imagem 3). Ptolomeu acrescentou novos mecanismos: o deferente excêntrico, circunferência onde o centro não coincidia com a Terra, e o equante, ponto em oposição a Terra em relação ao centro do deferente e no qual o centro do epiciclo faz um movimento uniforme (FERREIRA et al, 2010).

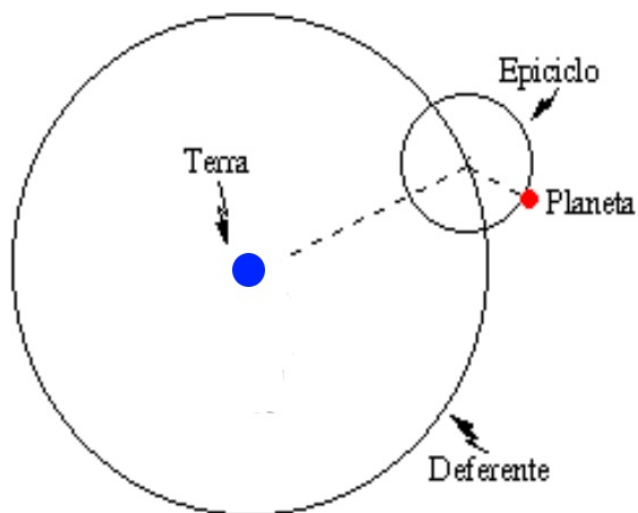


Imagem 2: Representação do sistema ptolomaico, em que o planeta (vermelho) se move no epiciclo, e o epiciclo se move no deferente

Ainda sobre a Imagem 2, Saraiva e colegas sintetiza o movimento de retrogradação dos planetas no sistema ptolomaico, apresentando que “o planeta se move ao longo de um pequeno círculo chamado epiciclo, cujo centro se move em um círculo maior chamado deferente. Equante é um ponto ao lado do centro do deferente oposto à posição da Terra, em relação ao qual o centro do epiciclo se move a uma taxa uniforme (FILHO, SARAIVA, p. 49, 2004). Em uma segunda representação, Imagem 3 temos um modelo de epiciclo-deferente, Ferreira et al, coloca que “em “b” note a circunferência maior (o deferente) que se move e que delimita a trajetória do planeta com centro na Terra, e a circunferência menor (o epiciclo), com centro no deferente, onde o planeta se movimenta” (p. 4, 2010).

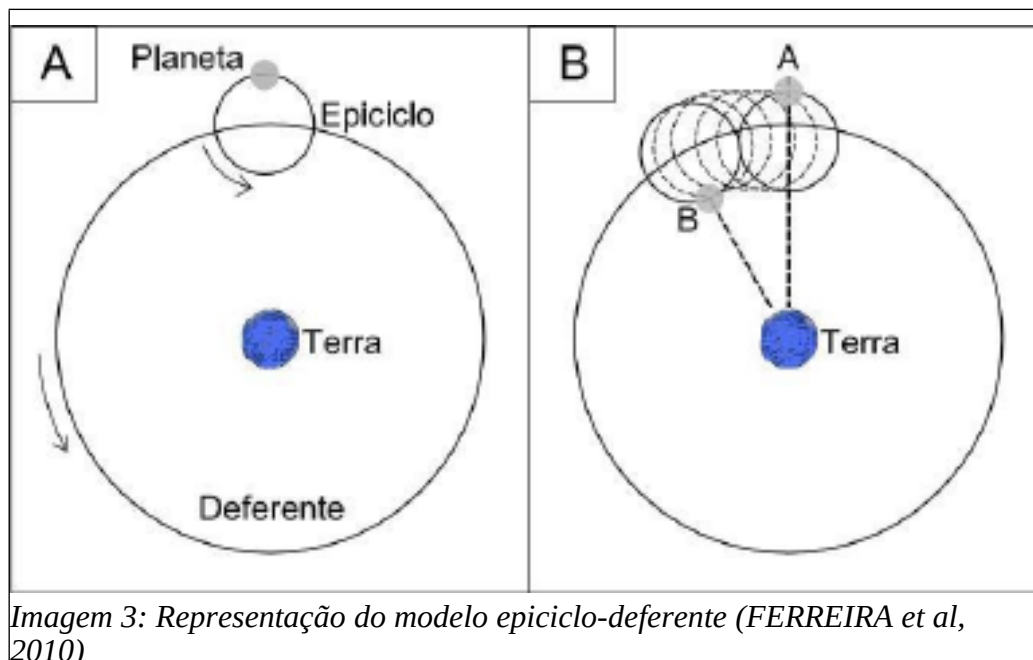


Imagem 3: Representação do modelo epiciclo-deferente (FERREIRA et al, 2010)

Ptolomeu também inseriu pequenos epiciclos em epiciclos maiores, quando necessário para descrever o que observava. Além disso, Ptolomeu descreveu que o movimento de retrogradação irregular que era observável, ocorria devido a soma de movimentos circulares (FERREIRA et al, 2010). Esse modelo geostático foi aceito e pouco alterado por 13 séculos até o Renascimento em que ficou defasado e surgiu o modelo heliostático de Copérnico (1473-1543).

2.2 MODELO COPERNICANO

No modelo heliostático desenvolvido por Copérnico, a Terra não estaria mais na posição central do universo, tornando-a como um simples planeta orbitando o Sol e manteve a ideia de que as órbitas planetárias são círculos perfeitos (FERREIRA et al, 2010; SARAIVA et al, 2018).

“Apesar da forma levemente incorreta das órbitas, Copérnico conseguiu resultados muito importantes com seu modelo, como a determinação dos períodos dos planetas e a determinação de suas distâncias ao Sol relativas à distância Terra-Sol” (SARAIVA et al, p. 5, 2010). No modelo de Copérnico (Imagem 4) o movimento anual de translação da Terra ao redor do Sol combinado ao movimento de um planeta, também em torno do Sol, em relação a um fundo estrelado resultaria no movimento de retrogradação que observamos (CROWE;1990; COHEN;1989 apud LOPES; 2001). Segundo Saraiva et al (2018):

Copérnico deduziu que quanto mais perto do Sol está o planeta, maior é sua velocidade orbital. Dessa forma, o movimento retrógrado dos planetas foi facilmente explicado sem necessidade de epiciclos: quando a Terra “ultrapassa” um planeta mais distante, que tem menor velocidade orbital, ele parece “andar para trás” (SARAIVA, p. 4, 2018).

A teoria heliostática de Copérnico foi descrita em seu livro *De Revolutionibus*, publicado em 1543, o mesmo ano em que morreu. Apesar modelo do movimento de retrogradação de Copérnico ter a característica, de explicar um fenômeno de forma simples, preferida pelos cientistas (POPPER, 2006, p. 439) sua veracidade só foi aceita na comunidade científica após os desenvolvimentos astronômicos feitos por Galileu (1564-1642) e Kepler (1571-1630) (FERREIRA et al, 2010).

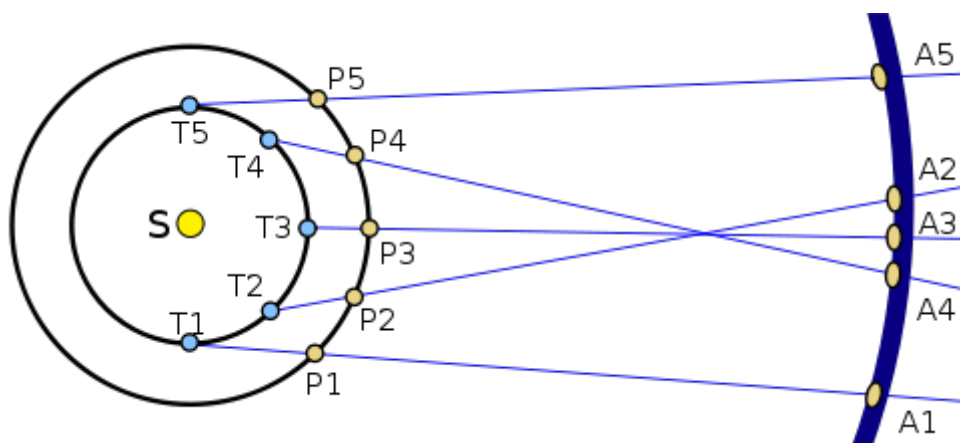


Imagem 4: Representação do movimento do planeta observado com órbita externa a órbita da Terra em relação as estrelas fixas no pano de fundo. T1 a T5 representa (Terra se movendo), P1 a P5 (um planeta externo) as retas em azul são a visão do observador da Terra do planeta externo que são A1 a A5. De A1 a A2, o planeta ascende, descende e depois ascende novamente, assim, o esquema simula a retrogradação. (CROCKETT, 2017)

3 METODOLOGIA

3.1 ATIVIDADES CINESTÉSICAS: PARALAXE E MOVIMENTO RETRÓGRADO DOS PLANETAS EXTERNOS

A atividade cinestésica tratada neste Trabalho de Conclusão de Curso é um recurso didático que foi desenvolvido pelo professor Ted Richards, do Departamento de Filosofia da Universidade do Tennessee, Estados Unidos, intitulada *O uso de atividades cinestésicas para ensinar o movimento de retrogradação segundo Ptolomeu e Copérnico* (RICHARDS, 2012).

A atividade foi traduzida por mim e segue abaixo sob a forma de passo-a-passo para facilitar a compreensão de como desenvolvê-la. Eu também fiz algumas adaptações e inovações com a ajuda da professora de História e Filosofia da Ciência que são detalhadas na seção adiante.

Esse recurso didático usa materiais simples e de baixo custo: barbante, giz, tesoura, e garrafinhas de plástico de água e conta basicamente com a disposição dos aprendizes em realizar movimentos com os seus próprios corpos, daí “cinestésica”. A professora ou professor é o responsável por dar os comandos e orientações aos estudantes.

Segue abaixo sob a forma de passo-a-passo para facilitar a compreensão de como desenvolvê-la. Eu também fiz algumas adaptações e inovações. O que contribuiu para essas inovações e melhorias foram as aplicações em formas de testes que fizemos com os estudantes do Curso de Licenciatura em Ciências Naturais na disciplina de História e Filosofia. Esses testes foram feitos no intuito de contribuir para a melhoria do recurso didático, pois este TCC não é uma pesquisa empírica com seres humanos.

3.1.1 PARALAXE

A paralaxe é a aparente mudança na posição de um objeto observado causada por uma mudança na posição do observador, “esse deslocamento aparente na direção do objeto observado é devido à mudança de posição do observador” (SARAIVA et al, p. 2, 2014).

O intuito das duas partes da atividade é treinar o estudante a focar em um campo de visão com um observador, que no caso é o próprio estudante, que ao se deslocar dando um passo para a direita ou trocando a visão do olho esquerdo para o olho direito terá a impressão de que o objeto observado se movimentou em relação ao referencial adotado.

Atividade:

Parte 1:

- a) A atividade necessita de um espaço de aproximadamente 13 m por 11 m;
- b) A turma deve ser dividida em duplas e em duas fileiras, as duplas (que se formaram, de um estudante de frente para o outro) devem se afastar por 2 m de lado.



Imagem 5: Estudantes enfileirados em pares recebendo explicação da atividade

- c) Os estudantes devem considerar o topo da cabeça dos seus parceiros como “planetas” e devem adotar um ponto fixo (“estrela fixa”) atrás e alinhado ao topo da cabeça de seu parceiro;
- d) Uma das fileiras deve dar um passo para a esquerda;
- e) Este processo deve ser repetido pela fileira que ficou parada para que observem o mesmo fenômeno.

O que se espera é que os estudantes que ficaram parados observem a aparente movimentação do ponto “estrelas atrás do “planeta”;

Parte 2:

- a) Os estudantes devem escolher um objeto aleatório, colocar o polegar sobre este objeto há uma certa distância, apenas com um olho aberto, de forma de que o polegar cubra todo o objeto. Neste momento o polegar será o referencial (“planeta”), e o objeto atrás do polegar será o fundo “estrelas fixas”);



Imagem 6: Estudante realizando segunda parte da atividade de paralaxe com o polegar

- b) Depois os alunos devem trocar o olho fechado.
Nisso eles notarão a alteração na posição do “planeta” em relação às “estrelas fixas”, de forma que o “planeta” parece ter se movido no sentido contrário ao olho que foi aberto.

3.1.2 Modelo Ptolomaico

- a) Pedir para que os estudantes se reúnam em um grupo (Grupo 1(G1)) que representará a Terra;
- b) Um estudante representará um planeta externo (E1) e o outro irá representar o centro do epiciclo desse planeta (E2);
- c) O epiciclo no qual o planeta (E1) se movimenta, gira em um círculo maior em torno da Terra, é o deferente, que deve ser marcado com giz.
- d) Observe a Imagem 3.
- e) O planeta (E1) deve se manter uma distância de 2 a 3 metros de distância do centro epiciclo (E2) e caminhar normalmente em torno deste, formando um círculo. Pode se usar uma corda ou barbante entre o planeta e o epiciclo, ou colocá-los de frente um para o outro para facilitar que mantenham a distância;
- f) Uma vez que o planeta (E1) e centro do epiciclo desse planeta, (E2) entenderam seus papéis, dê comandos de partida e parada;
- g) Os estudantes que representam a Terra, devem falar sobre os vários movimentos que veem o respectivo planeta (E1) fazer, como: “Agora o planeta está se movendo para a esquerda”, “Agora está diminuindo a marcha”, “Agora está se movendo para a direita” etc.;
- h) Os discentes, planeta (E1) e centro do epiciclo (E2) podem modificar os parâmetros, criando novas situações: o planeta pode acelerar ou diminuir a marcha, se aproximar ou afastar da Terra. O centro do epiciclo também pode variar seus movimentos;
- i) Para os estudantes que não conseguiram visualizar o fenômeno pedir para que eles se concentrem no topo da cabeça do colega, ou seja, do “planeta”;
- j) Trocar as posições dos estudantes que representam o planeta e o centro do epiciclo para que estes também possam ver o fenômeno.

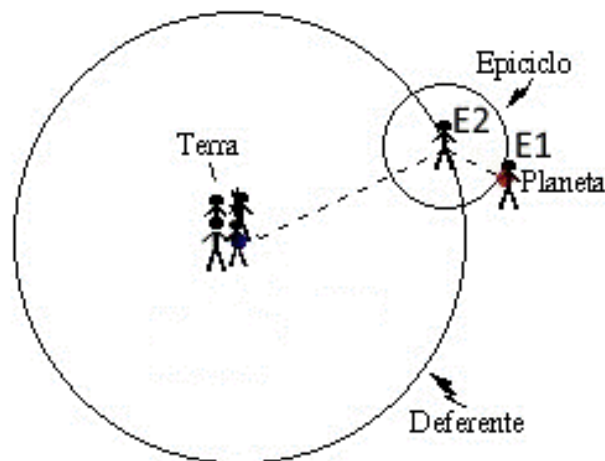


Imagem 7: Disposição dos estudantes para executarem a atividade cinestésica do modelo ptolomaico. Respectivamente, E1 é o planeta, E2 é o centro imaginário do epiciclo desse planeta (Adaptado de Saraiva et al, 2010)

3.1.3 Modelo Copernicano

- a) Separe a turma em grupos de 7 a 8 estudantes;
- b) Selecione um dos grupos para transmitir as instruções enquanto os demais grupos observam para posteriormente segui-las também;
- c) Nomeie em cada grupo um estudante fazer o papel de Sol, Terra e Júpiter. Os outros três devem ficar como estrelas fixas no pano de fundo;
- d) Selecione também um educando em cada grupo que ficará responsável por indicar onde está Júpiter no campo de visão do estudante que fará o movimento da Terra;
- e) Instrua que Sol fique parado, permitindo que a Terra (estudante) a orbite;
- f) A Terra deve orbitar em círculo em torno do Sol, com uma distância de 1 metro aproximadamente, com passos moderados;
- g) Júpiter deve orbitar em círculo em torno da Terra, com uma distância de aproximadamente 2 metros, com passos largos e lentos;



Imagem 8: Estudantes simulando o movimento de retrogradação conforme o modelo copernicano

- h) A Terra deve realizar seu movimento em torno do Sol e observar o movimento de Júpiter, de forma que o estudante que representa a Terra se concentre no movimento que a cabeça do estudante que representa Júpiter realiza em relação a um plano de fundo.
- i) Os movimentos de Júpiter observados pela Terra devem ser falados como comando de movimento para o estudante que ficou responsável por indicar onde está Júpiter no campo de visão da Terra;
- j) Certifique-se de que o presente grupo e os demais entenderam as instruções e peça para que estes realizem os movimentos;
- k) Depois de algum tempo, peça para que os discentes troquem suas posições nos grupos, para que todos tenham a visão do fenômeno.

4. ANÁLISE DO RECURSO DIDÁTICO

No decorrer do dia, percebemos que há uma alteração na posição do Sol no céu, sem os devidos conhecimentos sobre o movimento rotacional do nosso planeta Terra em torno do próprio eixo, poderíamos julgar precipitadamente sob a única perspectiva de um observador terrestre, que o Sol está girando em torno da Terra, e por isso muda de posição no decorrer das horas, quando na verdade é a Terra que está girando em torno do seu próprio eixo. Tem-se uma problemática semelhante com o aparente movimento de retrogradação dos planetas, em que se observamos um planeta, como Marte por exemplo, durante alguns meses a noite, temos a impressão que Marte depois de um certo tempo muda o sentido do seu caminho para o sentido

contrário para depois retornar ao seu percurso inicial. Esse movimento que visualizamos Marte fazer é um equívoco da nossa visão, pois na verdade somos nós no planeta Terra que estamos fazendo o movimento de rotação em torno do Sol, que ao olharmos para o céu temos a impressão de que a Terra está parada e os demais astros que estão em movimento.

Nós temos dificuldade em visualizar os componentes do nosso Sistema Solar de forma tridimensional, o que pode distorcer as informações reais devido nossa compreensão limitar-se ao plano bidimensional, que é fruto de uma visão centrada⁴, particular de um observador da Terra e comumente representada nos livros didáticos. Através da atividade cinestésica do movimento de retrogradação os estudantes ao se colocarem em movimentação nos lugares dos planetas, conseguimos superar a visualização centralizada⁵, de um único ponto de vista de um espectador terrestre e atingimos múltiplos pontos de vista, com uma visão descentrada sob os fenômenos astronômicos no decorrer da atividade (LEITE; HOUSSE, 2010).

Os estudantes ao se posicionam e se movimentarem como os astros planetários que compõem os sistemas astronômicos dos modelos ptolomaico e copernicano tem a oportunidade de interagir com as teorias de Ptolomeu e Copérnico sobre o movimento de retrogradação dos planetas, sob novas perspectivas, por que eles podem experimentar posições diferentes e até fazerem testes, como “o que aconteceria se a Terra fizesse um movimento mais rápido no modelo de Copérnico ou se ela se movesse mais lentamente? ”. O educando que fica na posição do planeta Terra irá visualizar tanto na simulação do modelo de Copérnico quanto do modelo de Ptolomeu, Júpiter fazer o movimento de “ir e voltar”, que é uma simplificação do aparente movimento que o planeta faz de Leste a Oeste em determinado período, quando observado da Terra, depois “retrograda”, de Oeste para Leste e, por fim retoma sua trajetória de Leste para oeste.

É interessante ressaltar, que nessa atividade cinestésica, os estudantes, simulam o movimento de retrogradação, em dois modelos diferentes do nosso Sistema Estrelar, o de Ptolomeu é geostático, a Terra está no centro do nosso Sistema Estrelar, e o de Copérnico é heliostático, o Sol está no centro desse Sistema, respectivamente, na atividade que simulamos o modelo de Ptolomeu um grupo de estudantes ficam parados no centro do sistema, representando a Terra, enquanto que no modelo de Copérnico o estudante que representa a

4 “É a representação dos astros sobre uma única perspectiva de um observador terrestre, [...] com forte apego ao ponto de vista único e primeiro, com ausência de articulação entre o que vê e aquilo que se aprendeu” (PIAGET, 1975 apud HOUSSE; LEITE, 2010).

5 É a representação dos elementos a partir da conquista de múltiplos pontos de vista, superando o ponto de vista único, primeiro e imediato, tendo uma coordenação de perspectivas.

Terra faz movimentos, mesmo estes estudantes tendo ações diferentes nos dois modelos eles conseguem visualizar o mesmo fenômeno, que é movimento de “ir e vir” de do estudante que está representando o Planeta Júpiter sob o pano de fundo das estrelas fixas (também representadas por alunos).

5. CONCLUSÃO

Acreditamos que as atividades introdutórias de paralaxe contribuam significativamente para que os estudantes consigam visualizar melhor nas simulações dos modelos ptolomaico e copernicano, os movimentos de retrogradação dos planetas, pois terão suas visões e percepções treinadas com atividade de paralaxe, para focar suas visões em algo que representava o planeta sob um pano de fundo, percebe-se isso em uma fala do estudante que ele coloca: “o ponto de vista pode nos enganar em um primeiro momento, assim como temos a impressão que Júpiter se movimenta, quando na verdade somos nós que estamos nos movimentado” (Apêndice 1).

Com suas visões treinadas supomos que isso tenha facilitado para que os estudantes nas posições de astros na atividade cinestésica tenham conseguido atingir uma visão descentralizada sobre o fenômeno do aparente movimento de retrogradação dos planetas.

A atividade cinestésica proporciona que os educandos interajam com os modelos de Copérnico e de Ptolomeu e tenham uma melhor compreensão destes modelos: “pudemos participar do processo de construção do conhecimento”, “na teoria eu não conseguia entender como o planeta fazia a mudança de sentido, mas na prática eu consegui perceber, mesmo com o desenho eu não tinha conseguido ver, mas aqui a gente viu” (Apêndice 1). A atividade cinestésica também contribui para que os estudantes construam seus próprios modelos mentais, no momento em os educandos podem propor novas situações e algumas alterações na atividade, como diminuir o raio do deferente e o raio do epiciclo do modelo ptolomaico para verificar como ficaria o movimento de Marte após essas alterações.

Em aplicações anteriores desta atividade houve um caso de uma estudante, que ficou tonta por ter vertigem, desde então, quando da aplicação da atividade, é avisado para os estudantes que caso tenham vertigem ou labirintite que não precisam participar por causa dos riscos. Entretanto houve um caso novo nas práticas do último semestre de aplicação, foi feito o aviso, mas em forma de experimento, foi deixado os estudantes em posições de estrelas fixas, sob o aviso que poderiam se retirar a qualquer momento. Estes educandos permaneceram, e para nossa felicidade, mesmo na posição de estrela fixa, eles afirmaram que a atividade contribuiu para seus aprendizados e que também conseguiram ver o movimento de “ir e voltar” do planeta.

Segundo um estudante, essa atividade cinestésica sobre o movimento de retrogradação dos

planetas poderia ser aplicada nas séries iniciais do Ensino Fundamental: “essa atividade nas séries iniciais é interessante, legal, uma coisa que é complicada, que pode se tornar simples, mais entendível ter uma atividade dessas” (Apêndice 1). O que seria interessante para as crianças, e poderia-se comparar com a problemática simples, que é do aparente movimento do Sol, que faz o nosso dia iniciar até o anoitecer, para então poder chegar a explicação do fenômeno de retrogradação, que é mais complexo.

Essa atividade cinestésica sobre o movimento de retrogradação dos planetas nos proporcionou perceber que esse modelo de ensino, feito ao ar livre com recursos simples como barbante e balões, pode superar modelos de ensino com tecnologias mais elaboradas como simulados computadorizados, imagens em *datashow*, nos aspectos de interação com o modelo e construção do conhecimento para os estudantes. Supomos que nesta atividade dê para explorar outros fenômenos astronômicos como a aproximação e o afastamento dos planetas da Terra e do Sol, no modelo ptolomaico e copernicano, o que poderia ser representado por uma seta desenhada em um balão para melhorar a visualização dos estudantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRANTES, P. C. Imagens de natureza: Imagens de ciência. 2. ed. Rio de Janeiro: Uerj, 2016. 458 p.

BORGES, A. T. Como evoluem os modelos mentais. **Revista Ensaio**, v.1, p. 66-92, jan-jun, 1999.

CROCKETT, C. **What is retrograde motion?** 2017. Disponível em: <<http://earthsky.org/space/what-is-retrograde-motion>>. Acessado em: 25 junho 2018.

FERREIRA, L. B. M. G.; Eliane M.; BRITO, P. E.; MELO, J. R. de; FERNANDES, J. P. **Modelos astronômicos históricos: o que Ptolomeu e Copérnico podem ensinar sobre a relação entre observações e inferências na formação de professores de ciências naturais?** Universidade de Brasília, Faculdade UnB Planaltina, 2010. Disponível em: <http://www.sociedadeastronomica.com.br/enast/trabalhos/MODELOS_ASTRONOMICOS_HISTORICOS_O_QUE_PTOLOMEU_E_COPERNICO_PODEM_ENSINAR SOBRE_A_RELACAO_ENTRE_OBSERVACOES_E_INFERENCIAS_NA_FORMACAO_DE_PROFESSORES_DE_Ciencias_NATURAIS.pdf> Acessado 4 junho 2018.

FERREIRA, P. F. M.; JUSTI, R. S. Atividades de construção de modelos e ações envolvidas. **Atas** do V ENPEC – N° 5. 2005

FERREIRA, P. F. M.; JUSTI, R. S. Modelagem e o “Fazer Ciência”. **Revista Química Nova Escola**. n° 28, Maio. 2008.

FILHO, K. de S. O.; SARAIVA, M. DE F. O.; **Astronomia e Astrofísica**. 2. ed. São paulo: Livraria de Física, 2004.

GAUDIO, A. C. **Movimento retrógrado dos planetas**. 2010. Disponível em: <https://youtu.be/wl_KcpB0xwo>. Acesso em 4 junho 2018.

GOZANTTI, S.; MAMAN, A. S. de; BORRAGINI, E. F.; KERBER, J. C.; HAERTINGER, W. Ensino de Astronomia: cenários da prática docente no Ensino Fundamental. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia** - RELEA, n.16, p.27-43, 2013

LEITE, C.; HOUSOUME, Y. **A espacialidade no processo de ensino-aprendizagem de Astronomia. Educação em Astronomia: experiências e contribuições para a prática pedagógica**. Educação em astronomia: Experiências e contribuições para a prática pedagógica. Organizador Marcos Daniel Longhini. Campinas, SP: Editora Átomo, 2010. p. 143-158.

LOPES, M. H. O. **A retrogradação dos planetas e suas explicações: os orbes dos planetas e seus movimentos da antiguidade a Copérnico**. Pontifica Universidade de São Paulo. São Paulo. 2001.

NEMIROFF, Robert; BONNELL, Jerry. **Astronomy Picture of the Day**. 2010. Disponível em: <<https://apod.nasa.gov/apod/ap100613.html>>. Acessado em: 25 jun. 2018.

POPPER, K. R. **A lógica da pesquisa científica**. 12 ed. São Paulo: Editora Cultrix, 2006.
Richards, T. Using Kinesthetic Activities to Teach Ptolemaic and Copernican Retrograde Motion. **Sci & Educ**, n. 21, p. 899-910, 2010.

RONAN, C. A. **História Ilustrada da Ciência**. São Paulo: Círculo do Livro, 1987. Disponível em: <<http://proquimica.iqm.unicamp.br/revcien.htm>>. Acesso em 18 de Abril de 2018.

SARAIVA, M. F. O.; FILHO, K. de S; MÜLLER, A. M. **Movimento Heliocêntrico de Copérnico**. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/fis02001/aulas/Aula5-122.pdf>>. Acesso em: 30 maio 2018.

FILHO, K. de S. O.; SARAIVA, M. DE F. O.; **Astronomia e Astrofísica**. 2. ed. São paulo: Livraria de Física, 2004.

APÊNDICE 1

Para fazer a análise da contribuição da atividade cinestésica para o ensino do movimento de retrogradação dos planetas, foi aplicado esta atividade com estudantes na turma da disciplina de História e Filosofia da Ciência do Curso de Ciências Naturais. Com isso foi feito as considerações a seguir com base em no diário de campo da autora, as citações representam o que os estudantes disseram sem correções do português.

No primeiro momento foi apresentado a atividade para os estudantes que acabaram de ter uma aula sobre os movimentos de retrogradação dos planetas, a primeira expressão que pode ser observada dos estudantes foi de curiosidade, interesse e entusiasmo, também teve um estudante que expressou um “ai que bom”, supõe-se que este tenha ficado contente com a oportunidade de aprender o conteúdo de uma outra forma.

Na atividade de paralaxe foi explicado que era um exercício para que eles treinassem suas perspectivas no campo visual, foi perguntado se havia algum educando com labirintite ou vertigem, dois se manifestaram, foi sugerido que não fizessem essa atividade, porém pediram para tentar, após concordância, foi pedido que parassem ao perceber qualquer sinal de tontura. Foi percebido que um dos estudantes que disse ter vertigem, teve um pouco de dificuldade para focar no campo de visão, necessitando de refazer a atividade individualmente com atenção especial duas vezes seguidas até conseguir visualizar.

Foi aplicado a atividade cinestésica do modelo de Ptolomeu e após a execução a professora perguntou, “qual a conclusão que vocês chegaram? ”, e um estudante de grupo que estava representando a Terra, respondeu, “para a gente, parece que em algum momento ele passa por um ponto que ele já tinha passado antes”. Em seguida a professora também questionou, “quando aos números, eles ajudam a ver isso? ”, o grupo de estudantes respondeu afirmativamente. Para compreender melhor o que os estudantes visualizaram, a professora ainda questiona, “em que momento vocês veem isso? ”, que seria o movimento de retrogradação com a ajuda dos números nos balões, um segundo estudante responde, “no momento que ele sai do 2 e volta para o 3, ele passa pelo 3 para o 2 e volta do 2 para o 3”. A professora por fim acrescentou “e esse é o modelo de Ptolomeu, esse foi o modelo que esteve em vigência por 17 séculos, e ele dá conta do mesmo fenômeno, explicando a retrogradação”.

Para prática da atividade cinestésica referente ao modelo copernicano foi dividido a turma em dois grupos de 6 e 7 estudantes, cada uma ficou com uma mediadora. Foi iniciada em cada grupo, colocando os educandos nas suas respectivas posições de Sol, Terra, Júpiter e estrelas fixas. Para evitar que os estudantes que alegaram ter vertigem, foi pedido que estes ficassem durante a atividade na posição de estrelas fixas, e caso nestas posições sentissem algum sintoma, poderiam se retirar a qualquer momento.

Foi passado os comandos para os estudantes que iriam fazer os movimentos inicialmente e houve um auxílio nos passos. Os educandos demonstraram fácil compreensão das instruções e na medida que se movimentavam adaptavam seus passos e melhoravam os movimentos. Assim que foi observado que estavam se movimentando corretamente foi feita as perguntas: “para que lado você está vendo Júpiter se movimentar? ”, “esquerda ou direita? ”, “agora está indo para qual direção? ”, “está indo para qual balão? ” Foi pedido que as respostas fossem ditas em voz alta para que os demais colegas também acompanhassem o movimento que estava sendo visualizado.

Os estudantes que estavam representando a Terra, relataram através de suas falas, que viam Júpiter se movimentar da esquerda para direita (que consideramos como leste a oeste) a medida de que davam passos ou seja, orbitavam em torno do Sol. O estudante que ficou com a função de indicar onde estaria Júpiter no campo de visão da Terra em relação as estrelas fixas, contribuiu para a compreensão do movimento de retrogradação, segundo o relato dos estudantes que se movimentaram como Terra e os estudantes que permaneceram como estrelas fixas.

Um estudante que estava na posição de uma das estrelas fixas sugeriu, antes que o próximo colega fizesse o papel de Terra: “Eu acho que se nós, as estrelas, ficarem um pouco mais distantes de Júpiter, vai dar pra ver um raio de visibilidade maior, por que ficando muito perto o raio é menor”. Assim passou a fala para o colega que fez os movimentos da Terra em torno do Sol: “Aqui no início Júpiter está em frente ao balão 3, indo para a direita ele começa se aproximar do balão 2, indo mais para a direita ele fica exatamente em cima do balão 2, até passar um pouco do balão 2 (Completando $\frac{1}{4}$ de volta do círculo), indo agora para a esquerda ele começa a se afastar do balão 2 indo para a direita, ficando no meio dos balões 2 e 3, seguindo em direção ao 3, ficando totalmente em cima do 3 (completando $\frac{1}{2}$ de volta do círculo), continuando para a esquerda, ele continua a se movimentar para a direita ficando entre o 3 e o 4, indo mais para a esquerda ele fica exatamente em cima do 4, indo mais um pouco ele passa um pouco do 4 (completando $\frac{1}{3}$ do círculo), indo para a direita, para finalizar o círculo de, ele começa a voltar para a esquerda, agora ele está novamente em frente ao balão 3, onde estava inicialmente (completando assim o círculo)”.

Uma estudante que fez o movimento de rotação da Terra em torno do Sol também relatou perceber o movimento de retrogradação de Júpiter através de sua fala: “No início Júpiter estava na frente do balão 3, aí quando eu estava indo para direita ele começou a se aproximar do balão 2, aí depois chego num ponto que ele começou a retornar para o balão 3, até voltar para o ponto onde ele estava no início, aí do 3 começou a ir para o balão 4 e aí chegou num ponto em que ele começou a voltar do 4 pro 3, até voltar para onde ele estava no início de novo”. A professora perguntou: “Você consegue, assim, sei que a primeira aula sobre retrogradação foi hoje mesmo,

né? Então, você conseguiria fazer uma analogia aqui desta atividade com o que a gente viu lá na aula? E a estudante que fazia o movimento da Terra respondeu: “Hurum, que é parecido, tipo assim, é que eu estou em movimento, só que parece que ele está em movimento, igual a gente viu em Marte, que eles achavam que Marte estava em movimento ao redor da Terra, né? Que a Terra era o centro do Universo antes, e aí ele estava indo e depois ele fazia o movimento retrógrado, só que na verdade a Terra que estava fazendo um movimento, aliás, a Terra também estava fazendo um movimento que dava essa impressão de que Marte estava indo e retornando.

Foi pedido que os estudantes fizessem comentários sobre o que eles conseguiram visualizar fazendo a atividade e de que forma aquela atividade contribuiu para o aprendizado do modelo de retrogradação copernicano. Foi feita uma roda, e os estudantes relataram que: “a atividade foi significativa para que pudesse visualizar de melhor forma o modelo proposto por Copérnico para explicar o aparente movimento de retrogradação dos planetas durante um certo período”, “o ponto de vista pode nos enganar em um primeiro momento, assim como temos a impressão que Júpiter se movimenta, quando na verdade somos nós que estamos nos movimentando”, “pudemos participar do processo de construção do conhecimento”, “na teoria eu não conseguia entender como o planeta fazia a mudança de sentido, mas na prática eu consegui perceber, mesmo com o desenho eu não tinha conseguido ver, mas aqui a gente viu”. O estudante que estava que ficou como na posição de estrela fixa durante toda atividade, devido a vertigem também comentou: “No modelo geostático de Ptolomeu, fiquei um pouco assim [em dúvida] será que ele [o planeta Marte] faz isso mesmo? Mas ele não faz, né? E não faz, pois é a Terra que está se movimentando e não Marte, por incrível que pareça que é. Para mim ficou legal e bacana, pois ficou mais claro em minha cabeça. Essa atividade no Ensino Fundamental é interessante, legal, uma coisa que é complicada, mas que pode se tornar simples, ou seja fica mais compreensível ao fazer uma atividade como essa”.